

Efeito de vitaminas e esteroide como aditivos foliares no desenvolvimento de *Bombyx mori* L. e influência do modo de aplicação

Effect of vitamins and sterol as foliar additives in the development of Bombyx mori L. and influence of the application mode

Sergio Antonio De Bortoli^{1*}, Luciane Sandrini Dias², Roque Takahashi¹, José Ednilson Miranda³, Caroline Placidi De Bortoli¹

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos e os métodos de aplicação dos aditivos foliares decanoato de nandrolona (esteroide anabolizante) a 0,5%, ácido ascórbico (vitamina C) a 0,5%, palmitato de retinol (vitamina A) a 0,5% e acetato de retinol (vitamina A) a 1,0% em alguns parâmetros biológicos do bicho-da-seda. No experimento do modo de aplicação (pulverização foliar antes do fornecimento, depois do fornecimento e por imersão antes do fornecimento) foram utilizados: decanoato de nandrolona 0,5%; ácido ascórbico 0,5%; e palmitato de retinol 0,5%. No ensaio de desenvolvimento do inseto foram avaliados: duração e viabilidade larval; peso de casulo; taxa de encasulamento; teor líquido de seda; longevidade de adultos; número de ovos por fêmea; e duração do período de subida ao bosque. Para o modo de aplicação determinaram-se: ganho de peso, comprimento, diâmetro do tórax e diâmetro do abdome de lagartas de 5º instar, assim como comprimento, diâmetro e peso de glândula sericígena. Os resultados mostraram que, apesar de o ácido ascórbico proporcionar os melhores valores para o desenvolvimento corpóreo das lagartas, este não corresponde a incrementos significativos na produção; o palmitato de retinol não melhora o desenvolvimento das lagartas; o acetato de retinol e o palmitato de retinol prolongam o período larval, sem, no entanto, alterar significativamente os parâmetros de produção; a imersão de folhas antes do fornecimento às lagartas é mais viável para a aplicação dos aditivos.

PALAVRAS-CHAVE: bicho-da-seda; esteroide anabolizante; vitamina C; vitamina A; desenvolvimento larval; produção de seda.

ABSTRACT: The present study was aimed to evaluate the effects of different methods of foliar application of the additives nandrolone decanoate (anabolic steroid) 0,5%; ascorbic acid (vitamin C) 0,5%; retinol palmitate (vitamin A) 0,5%; and retinol acetate (vitamin A) 1,0% on some biological parameters of the silkworm. The experiment of application method (foliar spray prior to delivery, after delivery and soaking before feeding) used: nandrolone decanoate 0.5%, ascorbic acid 0.5%, and retinol palmitate 0.5%. The test of insect development evaluated: duration and larval viability, weight of cocoon, cocooning rate, liquid silk content, adult longevity, number of eggs per female and rising up time. For the application of foliar additives, the following were determined: weight gain, length, diameter and abdomen diameter of fifth instar larvae, and length, diameter and weight of silk gland. The results showed that although ascorbic acid provided the best value for the development of the caterpillars body, it did not correspond to significant increase in production; retinol palmitate did not affect the larvae body development; retinol acetate and retinol palmitate prolong the larval period, without, however, significantly altering the production parameters. The immersion method of leaves before being delivered to the caterpillars is the most feasible for the foliar application of additives.

KEYWORDS: silkworm; anabolic steroid; vitamin C; vitamin A; larval development; silk production.

¹Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP) – Jaboticabal (SP), Brasil.

²Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil.

³Embrapa Algodão – Campina Grande (PB), Brasil.

*Autor correspondente: bortoli@fcav.unesp.br

Recebido em: 12/12/2011. Aceito em: 18/12/2013.

INTRODUÇÃO

A sericultura depende da alimentação das lagartas de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae) com folhas de amoreira, *Morus* sp., sendo que sua quantidade e qualidade nutricional afetam direta e fortemente o desenvolvimento do inseto, com consequente repercussão na produção quantitativa e qualitativa de seda.

A qualidade das folhas da amoreira varia de acordo com os fatores abióticos aos quais são submetidas as plantas, bem como com as práticas culturais empregadas na cultura. Uma das alternativas para melhorar a alimentação e a nutrição das lagartas é o enriquecimento do substrato alimentar com suplementos de vitaminas, minerais e outros nutrientes. Muitos estudos têm sido conduzidos com o objetivo de avaliar o efeito da incorporação de aditivos foliares em parâmetros biológicos da lagarta do bicho-da-seda, bem como suas consequências na produção final de seda (KANAFI *et al.*, 2007).

Lagartas de *B. mori* requerem diversos nutrientes para o desenvolvimento adequado, entre eles açúcares, aminoácidos, proteínas, vitaminas, minerais e esteróis (SEENGUPTA *et al.*, 1972; AKHTAR; ASGHAR, 1972; ITO, 1968b). O efeito da suplementação de vitaminas e esteróis, por exemplo, tem sido investigado por muitos pesquisadores em todo o mundo (NIRWANI; KALIWAL, 1996a, 1966b; FARUKI, 1998, 2005; ETEBARI *et al.*, 2004).

A vitamina C (ácido ascórbico) participa de uma série de funções no organismo animal, sendo poderoso antioxidante, além de protetor de DNA, das membranas lipídicas e das proteínas, particularmente contra danos oxidativos (KANAFI *et al.*, 2007). Segundo FELTON; SUMMERS (1993), a atividade oxidativa da vitamina C diminui a quantidade de oxigênio reativo e a pressão oxidativa, resultando no aumento da absorção de nutrientes no intestino. O efeito fagoestimulante do ácido ascórbico em insetos foi demonstrado por ITO (1968b) e por DOBZHENOK (1974). O aumento no peso larval, no peso e no comprimento dos fios de seda, além do aumento na produção de casulos, têm sido atribuídos à vitamina C. CAPELLOZZA *et al.* (2005) citaram que a escassez de ácido ascórbico reduz o crescimento e a produção de casulos, enquanto CHAUHAN; SINGH (1992) relataram o aumento na capacidade da postura do inseto. MIRANDA *et al.* (1998), com a incorporação da vitamina C na alimentação da lagarta do bicho-da-seda, encontraram os melhores resultados com as concentrações de 0,5%, 1,0% e 1,5%.

Por outro lado, ETEBARI *et al.* (2004) e CHAUHAN; SINGH (1992) demonstraram que o excesso de ácido ascórbico na dieta pode provocar, como sintoma de excesso de vitamina, redução no peso de lagartas e no número de ovos.

Quanto às vitaminas lipossolúveis, como A, D, E e K, o enriquecimento das folhas para a alimentação de *B. mori* não tem sido muito investigado (KANAFI *et al.*, 2007), sendo que, em relação à vitamina E, os autores mencionaram que o

α -tocoferol tem efeito significativo e positivo na produção de ovos, promovendo também o crescimento das lagartas (ITO, 1968b). Já MOSALLANEJAD *et al.* (2002) citaram que a adição de vitamina E às folhas da amoreira não provoca alteração significativa no consumo do inseto.

Como os insetos não são capazes de sintetizar esteróis, estes devem ser obtidos em fontes dietéticas (NAGATA *et al.*, 2006). Esteróis, como o colesterol e o estigmasterol, além de agirem como precursores de vários hormônios esteroides, também desempenham papel importante na imunidade a infecções bacterianas nos insetos. Esses compostos têm várias outras funções, entre as quais a de promover a ovogênese e o crescimento larval; atuam na esclerotização da cutícula e têm papel anti-infeccioso, conforme constatado em *B. mori* (LEVINSON, 1966; GALLO *et al.*, 2002). Muito embora muitos autores tenham relatado que o β -Sitosterol seja importante ao desenvolvimento de *B. mori*, pouco se tem investigado sobre a ação de esteróis nos insetos, sendo a necessidade de esterol no inseto estudada por ITO; ARAI (1967), com a utilização de dieta artificial, variando o tipo de esterol adicionado. Seus resultados mostraram que a adição de esterol tem efeito positivo sobre o crescimento e, dentre os esteróis, o β -sitosterol e o estigmasterol foram mais efetivos do que o colesterol, provavelmente devido ao efeito inibidor de ingestão exercido pelo último.

O alimento ingerido pela larva influencia vários parâmetros biológicos dos insetos, podendo-se relacionar, dentre eles, a taxa de crescimento, o tempo de desenvolvimento, o peso do corpo e a sobrevivência. Pode influenciar também a fecundidade, a longevidade, a movimentação e a capacidade de competição dos adultos. No caso particular de *B. mori*, vários estudos sobre ecologia nutricional desenvolvidos na Índia e no Japão revelaram que consumo, digestão e assimilação de alimento influenciam diretamente a produção quantitativa e qualitativa de casulos (NAIK; DELVI, 1987; PARRA, 2009).

O papel primordial da nutrição no crescimento e no desenvolvimento de *B. mori* é discutido há bastante tempo. LEGAY (1958) relatou que a produção de seda é diretamente dependente da nutrição larval, sendo que o valor nutritivo das folhas da amoreira é essencial para a produção de casulos com fios de seda de alta qualidade. Ainda, nos anos 1950, autores como SEKI; OSHIKANE (1959) observaram melhor desenvolvimento das lagartas do bicho-da-seda, bem como a produção de casulos de melhor qualidade, quando as folhas eram tratadas com aditivos nutricionais.

O modo de incorporação do aditivo às folhas de amoreira também pode influenciar a atividade do nutriente, sendo que, além de seu possível incremento na produção de seda induzido pela melhor nutrição das lagartas, os aspectos econômico e de eficiência da aplicação propriamente dita devem ser cuidadosamente avaliados antes de serem incorporados ao sistema de produção.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da adição de decanoato de nandrolona, ácido ascórbico, palmitato de retinol e acetato de retinol em parâmetros biológicos do bicho-da-seda, bem como o efeito dos diferentes tipos de aplicação incorporados ao sistema de produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Métodos de aplicação dos aditivos foliares

Para o estabelecimento da criação, ovos de *B. mori* foram adquiridos da Fiação de Sedas Bratac S/A, de Duartina (SP), em estágio de pré-eclosão. Após a eclosão, as lagartas foram mantidas em folhas de amoreira do híbrido 'FM Shima-Miura', cultivado em espaçamento de 3 m entre linhas e 0,60 m entre plantas, submetido aos tratos culturais recomendados para a cultura. Os insetos, a partir do 3º ínstar, foram distribuídos em suas respectivas parcelas, sendo as lagartas alimentadas com discos foliares que compunham os seguintes tratamentos: T₁: testemunha; T₂: decanoato de nandrolona (esteroide anabolizante) a 0,5%; T₃: ácido ascórbico (vitamina C) a 0,5%; T₄: palmitato de retinol (vitamina A) a 0,5%. Os aditivos foram aplicados de três formas: a) pulverização nas folhas antes do fornecimento às lagartas; b) pulverização nas folhas após a distribuição às lagartas; c) imersão das folhas antes do fornecimento às lagartas. Utilizou-se o delineamento estatístico inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 3 e 6 repetições, com um total de 20 lagartas por repetição. Os dados foram analisados pelo teste F e as médias foram comparadas por Tukey (p < 0,05).

Para a alimentação das lagartas, as folhas foram colhidas no início da manhã e no final da tarde, separadas e cortadas com a utilização de um vazador, adicionadas pelos aditivos e fornecidas aos insetos nos horários de alimentação (7h30min; 10h30min; 13h30min; 16h30min e 19h30min).

Ao final do 5º ínstar os bosques de plástico foram colocados sobre cada parcela para que as lagartas pudessem subir para o processo de confecção dos casulos, efetuando-se a colheita e a contagem individual por parcela oito dias depois. Para a determinação do peso médio dos casulos foram coletados, ao acaso, 30 casulos de cada parcela.

Após o acompanhamento do desenvolvimento dos insetos foram obtidas as seguintes características biológicas: ganho de peso, comprimento do corpo e diâmetro do tórax e do abdome, todos para lagartas de 5º ínstar; comprimento, diâmetro anterior, diâmetro posterior e peso das glândulas sericígenas.

Desenvolvimento do inseto

O procedimento experimental foi o mesmo descrito no item anterior, com a utilização dos mesmos tratamentos

acrescidos de acetato de retinol 0,5% (vitamina A), porém, com a aplicação dos aditivos somente por imersão. O delineamento estatístico empregado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e seis repetições, com um total de 20 lagartas por repetição. Os dados foram analisados pelo teste F e as médias foram comparadas por Tukey (p < 0,05).

O acompanhamento do desenvolvimento dos insetos permitiu avaliar as seguintes características biológicas: ganho de peso, comprimento do corpo e diâmetro do tórax e do abdome, todos para lagartas de 5º estágio, e viabilidade larval (lagartas vivas), peso de casulo, teor líquido de seda, taxa de encapsulamento, viabilidade pupal, viabilidade do período de ovo a adulto, número de ovos por fêmea, longevidade de machos e fêmeas e o tempo de subida ao bosque para machos e fêmeas.

O teor da seda líquida foi determinado com 30 casulos pelo seguinte procedimento: pesagem dos 30 casulos com a crisálida e o espólio; corte dos 30 casulos para a separação da crisálida e do espólio, pesando-se apenas os casulos; determinação da porcentagem de seda bruta, utilizando a equação:

$$\text{Teor bruto de seda} = \frac{\text{Peso 30 casulos vazios}}{\text{Peso 30 casulos cheios}} \times 100$$

A porcentagem da seda líquida foi calculada descontando-se 24% de seda bruta correspondente à perda durante a fiação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Métodos de aplicação dos aditivos foliares

O ganho de peso, o diâmetro do tórax e o diâmetro do abdome (Tabela 1) para as lagartas de 5º ínstar foram significativamente afetados pela aplicação dos aditivos foliares, destacando-se o ácido ascórbico 0,5%, com incremento no ganho de peso da larva em relação à testemunha de mais de 30%, como também relatado por GOMMA *et al.* (1977); do diâmetro torácico em cerca de 39%, e do diâmetro abdominal em aproximadamente 57%. A nandrolona e o palmitato de retinol foram semelhantes para o comprimento de lagarta e o diâmetro do tórax, sendo que o valor para a nandrolona foi semelhante ao da testemunha para ganho de peso e comprimento da lagarta. O comprimento das lagartas não discriminou os tratamentos em relação à testemunha, uma vez que todos os parâmetros avaliados foram semelhantes à testemunha.

A taxa de crescimento do bicho-da-seda também foi estudada por Iro (1968b), que concluiu que o aumento no peso corpóreo é notável durante o estágio larval e é função da qualidade do alimento ingerido, sendo a vitamina C um dos fatores de estimulação. Com isso, acredita-se também que o ácido ascórbico seja, nesse caso, um estimulante para a

alimentação do bicho-da-seda, como citado por ITO (1968a), DOBZHENOK (1974), SINGH; REDDY (1988) e EL-KARAKSY; IDRIS (1990), pois nas parcelas com folhas tratadas com ácido ascórbico 0,5% e 1,0% a sobra de alimento foi visualmente menor. A nandrolona pode ser superior, analogamente à sua atuação em animais, uma vez que o produto é utilizado como fagoestimulante e para aumentar a massa muscular, podendo provocar aumento na massa corpórea da lagarta (NODA *et al.*, 1994; SPINOSA *et al.*, 2002; JEROME *et al.*, 1997).

Quanto ao modo de aplicação, a imersão das folhas e a pulverização depois do fornecimento foram aquelas com as melhores eficiências, especialmente quando se analisam características como ganho de peso, comprimento de lagartas e diâmetro do abdome (Tabela 1) e a facilidade de aplicação,

sendo a imersão mais prática. Esses resultados assemelham-se, pelo menos quanto ao ácido ascórbico e ao desenvolvimento do inseto, aos relatados por GOMMA *et al.* (1977) e MIRANDA *et al.* (1998), também com *B. mori*, e DE BORTOLI *et al.* (1989), com *D. saccharalis*, indicando o efeito positivo do aditivo foliar aplicado nas folhas.

Nas características relativas às glândulas sericígenas (comprimento, diâmetro médio, diâmetro posterior e peso), nenhum dos aditivos utilizados promoveu alteração significativa, e o mesmo ocorreu com os métodos empregados para a incorporação dos aditivos às folhas (Tabela 2). Este resultado é discordante daquele de SENGUPTA *et al.* (1972), que obtiveram incremento significativo na produção de seda com a aplicação de ácido ascórbico 1,0%, e de BABU *et al.* (1992), que relacionaram a utilização da

Tabela 1. Ganho de peso (g), comprimento (cm), diâmetro de tórax (cm) e diâmetro de abdome (cm) de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* L. alimentadas com folhas de amoreira contendo diferentes aditivos, em três métodos de aplicação.

Tratamentos	Ganho de peso (n = 40)	Comprimento lagarta (n = 40)	Diâmetro tórax (n = 40)	Diâmetro abdome (n = 40)
Testemunha	1,74 c	3,11 ab	0,29 c	0,16 c
Nandrolona 0,5%	1,88 bc	3,15 a	0,41 ab	0,25 b
Ácido ascórbico 0,5%	2,53 a	3,36 a	0,48 a	0,38 a
Palmitato de retinol 0,5%	1,98 b	2,79 b	0,37 bc	0,09 d
F	48,24**	6,54**	12,15**	6,74**
DMS (Tukey)	0,19	0,35	0,08	0,04
Aplicação				
PAF	1,94 b	2,90 b	0,33 b	0,19 b
PDF	2,04 ab	3,29 a	0,44 a	0,23 a
IF	2,12 a	3,11 ab	0,39 ab	0,24 a
F	4,27*	5,93**	7,89**	6,74**
DMS (Tukey)	0,14	0,27	0,06	0,03

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si (quando comparadas dentro da coluna) pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); PAF: pulverização das folhas antes do fornecimento; PDF: pulverização das folhas depois do fornecimento; IF: imersão das folhas antes do fornecimento; *: significativo a 5%; **: significativo a 1%.

Tabela 2. Comprimento médio (cm), diâmetro médio (mm) das porções mediana e posterior e peso médio (g) da glândula sericígena de lagartas de 5º instar de *Bombyx mori* alimentadas com folhas de amoreira contendo diferentes aditivos, em três métodos de aplicação.

Tratamentos	Comprimento (cm) (n = 12)	Diâmetro mediano (mm) (n = 12)	Diâmetro posterior (mm) (n = 12)	Peso (g) (n = 12)
Testemunha	26,84 a	2,30 a	1,38 a	1,57 a
Nandrolona 0,5%	27,17 a	2,22 a	1,47 a	1,50 a
Ácido ascórbico 0,5%	27,09 a	2,33 a	1,28 a	1,57 a
Palmitato de retinol 0,5%	25,10 b	2,33 a	1,22 a	1,37 a
F	6,10**	0,67 ns	2,43 ns	12,27**
DMS (Tukey)	1,50	0,24	0,27	0,08
Aplicação				
PAF	26,06 a	2,27 ab	1,25 a	1,48 a
PDF	26,49 a	2,41 a	1,41 a	1,48 a
IF	27,10 a	2,20 b	1,35 a	1,53 a
F	2,31 ns	3,80*	1,84 ns	1,86 ns
DMS (Tukey)	1,18	0,19	0,21	0,06

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si (quando comparadas dentro da coluna), pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); PAF: pulverização das folhas antes do fornecimento; PDF: pulverização das folhas depois do fornecimento; IF: imersão das folhas antes do fornecimento; *: significativo a 5%; **: significativo a 1%; ns = não significativo.

mesma vitamina com o aumento do peso e do comprimento dos fios de seda produzidos pela lagarta.

Desenvolvimento do inseto

Os aditivos foliares mostraram diferenças estatísticas para a duração e a viabilidade larval, sendo o peso do casulo e o teor líquido da seda semelhantes nos tratamentos (Tabela 3). A vitamina A (palmitato e acetato de retinol 0,5%) aplicada como aditivo alimentar nas folhas de amoreira promoveu aumento significativo no período larval, prolongando essa característica biológica em mais de 24 horas, em comparação à testemunha e aos demais aditivos, exceto acetato de retinol.

A Tabela 4 mostra os resultados relativos à taxa de encasulamento, viabilidade pupal, viabilidade do período de ovo a

adulto e número de ovos por fêmea. Apenas esta última característica do inseto não mostrou diferença entre os tratamentos, fato que não ocorreu no trabalho de CHAUHAN; SINGH (1992). Estes autores citaram que a aplicação de ácido ascórbico a 10% nas folhas de amoreira aumenta a capacidade de postura do inseto. Para a taxa de encasulamento, com exceção do acetato de retinol, os outros aditivos diferiram da testemunha, com maior número de casulos produzidos. Quando às viabilidades pupal e do período de ovo a adulto, os maiores valores foram obtidos com a vitamina A, particularmente na forma de acetato, porém, na maioria das vezes, sem diferir dos outros aditivos e da testemunha.

Dos parâmetros sumarizados na Tabela 5 (longevidade e subida ao bosque de machos e fêmeas), apenas para a subida ao bosque de fêmeas foi detectada diferença

Tabela 3. Duração larval (h), viabilidade larval (%), peso de casulo (g) e teor líquido de seda (%) de *Bombyx mori* alimentado com folhas de amoreira contendo diferentes aditivos aplicados por imersão.

Tratamentos	Duração Larval (n = 40)	Viabilidade larval (n = 40)	Peso de casulo (n = 40)	Teor líquido de seda (n = 40)
Testemunha	504,3 b	64,0 ab	1,19 b	16,11 a
Nandrolona 0,5%	506,7 b	68,0 ab	1,23 ab	17,08 a
Ácido ascórbico 0,5%	507,9 b	71,6 a	1,22 ab	16,64 a
Palmitato de retinol 0,5%	533,4 a	66,8 ab	1,27 ab	17,25 a
Acetato de retinol 0,5%	531,2 a	62,4 b	1,35 a	16,43 a
F	61,07**	3,88*	3,23*	2,23 ns
DMS (Tukey)	7,75	7,69	0,14	1,31

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si (quando comparadas dentro da coluna), pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); *: significativo a 5%; **: significativo a 1%; ns = não significativo.

Tabela 4. Taxa de encasulamento (%), viabilidade pupal (%), viabilidade de ovo a adulto (%) e número médio de ovos por fêmea de *Bombyx mori* alimentada com folhas de amoreira contendo diferentes aditivos aplicados por imersão.

Tratamentos	Taxa de encasulamento (n = 40)	Viabilidade pupal (n = 40)	Viabilidade ovo-adulto (n = 40)	Ovos por fêmea (n = 40)
Testemunha	30,8 b	66,9 ab	12,0 b	501,6 a
Nandrolona 0,5%	56,8 a	58,83 b	24,0 ab	614,4 a
Ácido ascórbico 0,5%	52,8 a	57,79 b	24,0 ab	555,2 a
Palmitato de retinol 0,5%	52,4 a	75,34 ab	26,4 ab	604,4 a
Acetato de retinol 0,5%	46,0 ab	92,9 a	32,8 a	593,0 a
F	5,39**	4,06*	4,38*	0,81 ns
DMS (Tukey)	18,65	30,36	15,22	217,25

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si (quando comparadas dentro da coluna), pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); *: significativo a 5%; **: significativo a 1%; ns = não significativo.

Tabela 5. Longevidade (horas) de machos e fêmeas e duração do período de subida ao bosque de machos e fêmeas (horas) de *Bombyx mori* alimentados com folhas de amoreira contendo diferentes aditivos aplicados por imersão.

Tratamentos	Longevidade ♂ (n = 40)	Longevidade ♀ (n = 40)	Subida ao bosque ♂ (n = 40)	Subida ao bosque ♀ (n = 40)
Testemunha	60,4 a	88,6 a	400,3 a	403,4 b
Nandrolona 0,5%	65,8 a	100,0 a	413,0 a	446,3 a
Ácido ascórbico 0,5%	69,8 a	107,4 a	407,5 a	438,1 a
Palmitato de retinol 0,5%	52,2 a	103,0 a	395,4 a	433,3 ab
Acetato de retinol 0,5%	61,6 a	133,8 a	410,9 a	448,3 a
F	1,27 ns	2,13	0,96 ns	6,08**
DMS (Tukey)	–	–	–	31,02

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si (quando comparadas dentro da coluna), pelo teste de Tukey ($p < 0,05$); **: significativo a 1%; ns = não significativo.

estatística entre os tratamentos com os aditivos, de modo geral, prolongando o tempo de caminhamento ao bosque para o encasulamento. O destaque foi o acetato de retinol que atrasou em aproximadamente 45 horas o início da formação de casulos.

CONCLUSÃO

A incorporação de aditivos alimentares nas folhas de amoreira fornecidas às lagartas de *B. mori* pode exercer efeito positivo em características biológicas do inseto, como o ácido ascórbico,

por exemplo. Porém, geralmente essa melhora não repercute no aumento significativo dos parâmetros de produção. Quanto aos métodos de incorporação dos aditivos, apesar de serem equivalentes, a imersão se mostra mais eficiente, particularmente quando se leva em conta sua praticidade.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

- AKHTAR, M.; ASGHAR, A. Nutritional requirement of silkworm *Bombyx mori*. *Pakistan Journal of Zoology*, Lahore, v.4, p.101-107, 1972.
- BABU, M.; SWAMY, M.T.; RAO, P.K.; RAO, M.S. Effect of ascorbic acid-enriched mulberry leaves on rearing of *Bombyx mori* L. *Indian Journal of Sericulture*, Ludhiana, v.31, p.11-14, 1992.
- CAPELLOZZA, L.; CAPELLOZZA, S.; SAVIANE, S.; SBRENNIA, G. Artificial diet rearing system for silkworm *Bombyx mori* (Lepidoptera: Bombycidae): effect of vitamin C deprivation on larval growth and cocoon production. *Applied Entomology and Zoology*, Tokyo, v.40, p.405-412, 2005.
- CHAUHAN, T.P.S.; SINGH, K. Studies on the effect of ascorbic acid (vitamin C) on the fecundity in the mulberry silkworm (*Bombyx mori* L.). *Sericologia*, La Mulatière, v.32, n.2, p.567-577, 1992.
- DAS, S.; MEDDA, A. Effect of cyanocobalamine on protein and nucleic acid contents of ovary of silkworm, *Bombyx mori* L., during larval, pupal and adult stages of development. *Insect Science and its Application*, Cambridge, v.9, p.641-646, 1988.
- DE BORTOLI, S.A.; BOIÇA JR., A.L.; CUNHA, H.F.; LANDELL, M.G.A.; MATTOS, P.P. Influência de ácido ascórbico no desenvolvimento de *Diatraea saccharalis* (Fabricius, 1974) (Lepidoptera – Pyralidae) em meio artificial. *Ecossistema*, Espírito Santo do Pinhal, v.14, p.197-203, 1989.
- DOBZHENOK, N.V. The effect of ascorbic acid on the physiological condition of the codling moth and its resistance to fungus and bacterial infection. *Zakhist Roslin*, Kiev, v.19, p.3-7, 1974.
- EL-KARAKSY, I.A.; IDRIS, M. Ascorbic acid enhances the silk yield of the mulberry silkworm *Bombyx mori* L. *Journal of Applied Entomology*, v.109, p.81-86, 1990.
- ETEBARI, K.; EBADI, R.; MATINDOOST, L. 2004. Effect of feeding mulberry's enriched leaves with ascorbic acid on some biological, biochemical and economical characteristics of silkworm *Bombyx mori* L. *International Journal of Industrial Entomology*, Seoul, v.8, p.81-87, 2004.
- FARUKI, S.I. Effect of pyridoxine on the reproduction of mulberry silkworm, *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Invertebrate Survival Journal*, Modena, v.2, n.1, p.28-31, 2005.
- FARUKI, S.I. Nutritive effects of thianomin® enriched mulberry leaves on silkworm, *Bombyx mori* L. *University Journal of Zoology of the Rajshahi University*, Bangladesh, v.17, p.39-44, 1998.
- FELTON, G.W.; SUMMERS, C.B. Potencial role of ascorbic oxidase as a plant defense protein against insect herbivory. *Journal of Chemical Ecology*, New York, v.19, p.1553-1593, 1993.
- GALLO, D.; NAKANO, O.; SILVEIRA NETO, L.; CARVALHO, R.P.L.; BATISTA, G.C.; BERTI FILHO, E.; PARRA, J.R.P.; ZUCCHI, R.A.; ALVES, S.B.; VENDRAMIM, J.D.; MARCHINI, L.C.; LOPES, J.R.S.; OMOTO, C. Entomologia agrícola. Piracicaba: FEALQ. 2002. 920p.
- GOMMA, A.A.; EL-SHAARAWAY, M.F.; SALAM, Y.S.; RIZK, M.A. Effect of dietary constituents on the biology of silkworm, *Bombyx mori* L. II. Vitamins. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, v.64, p.231-240, 1977.
- ITO, T.; ARAI, N. Nutritive effects of alanine, cystine, glycine and tyrosine of the silkworm, *Bombyx mori*. *Journal of Insect Physiology*, Oxford, v.8, p.97-103, 1967.
- ITO, T. Effects of dietary ascorbic acid on the silkworm *B. mori*. *Nature*, London, v.192, p.951-952, 1961.
- ITO, T. Postembryonic development of silkworm - Physiology. In: TAZIMA, Y. (ed.) *The silkworm: an important laboratory tool*. Tokyo: Kodansha Ltda. 1968a. p.40-47.
- ITO, T. Silkworm nutrition. In: TAZIMA, Y. (ed.) *The silkworm: an important laboratory tool*. Tokyo: Kodansha Ltda. 1968b. p.121-157.
- JEROME, C.P.; POWER, R.A.; OBASANJO, I.O.; REGISTER, T.C.; GUIDRY, M.; CARLSON, C.S.; WEAVER, D.S. The androgenic anabolic steroid nandrolone decanoate prevents osteopenia and inhibits bone turnover in ovariectomized cynomolgus monkeys. *Bone*, New York, v.20, n.4, p.355-364, 1997.

KANAFI, R.R.; EBADI, R.; MIRHOSSEINI, S.Z.; SEIDAVI, A.R.; ZOLFAGHARI, M.; ETEBARI, K. A review on nutritive effect of mulberry leaves enrichment with vitamins on economic traits and biological parameters of silkworm *Bombyx mori* L. *Invertebrate Survival Journal*, Modena, v.4, n.2, p.86-91, 2007.

LEGAY, J.M. Recent advances in silkworm nutrition. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v.3, p.75-86, 1958.

LEVINSON, H.Z. Studies on the juvenile hormone (Neotenin) activity of various hormonomimetic materials. *Rivista di Parassitologia*, Roma, v.27, p.47-63, 1966.

MIRANDA, J. E.; TAKAHASHI, R.; SILVA, A.F. Suplementação de ácido ascórbico de *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Revista de Agricultura*, Piracicaba, v.73, n.3, p.258-264, 1998.

MOSALLANEJAD, H.; BAGHERI, Z.E.; NOUZARI, J.; TALEBI, M. Effect of feeding the first to third instar larvae of silkworm (*Bombyx mori*) with mulberry leaves enriched with vitamin E on some reproductive characteristics. In: PROCEEDINGS OF 15th IRANIAN PLANT PROTECTION CONGRESS. 15, 2002. Kermanshah, Iran. *Proceedings*, Kermanshah. 2002. p.167.

NAGATA, S.; OMORI, Y.; NAGASAWA, H. Dietary sterol preference in the silkworm, *Bombyx mori*. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, Tokyo, v.70, n.12, p.3094-3098, 2006.

NAIK, R.P.; DELVI, M.R. 1987. Food utilization in different races of silkworm *Bombyx mori* L. (Lepidoptera: Bombycidae). *Sericologia*, La Mulatière, v.23, n.3, p.391-397, 1987.

NIRWANI, R.B.; KALIWAL, B.B. Effect of folic acid on economic traits and the change of some metabolic substances of bivoltine silkworm, *Bombyx mori* L. *The Korean Journal of Sericultural Science*, Seoul, v.38, n.2, p.118-123, 1996a.

NIRWANI, R.B.; KALIWAL, B.B. Effect of thiamine on commercial traits and biochemical contents of the fat body and haemolymph in the silkworm *Bombyx mori* L. *Sericologia*, La Mulatière, v.38, p.639-646, 1996b.

NODA, K.; CHANG, H.P.; TAKAHASHI, I.; KINOSHITA, Z.; KAWAMOTO, T. Effects of the anabolic steroids nandrolone phenylpropionate on craniofacial growth in rats. *Journal of Morphology*, Hoboken, v.220, n.1, p.25-33, 1994.

PARRA, J.R.P. A evolução das dietas artificiais e suas interações em ciência e tecnologia. In: PANIZZLI, A.R.; PARRA, J.R.P. (eds.). *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas*. Brasília: Embrapa. 2009. p.91-174.

SENGUPTA, K.; SINGH, B.D.; MUSTAFI, J.C. Nutrition of silkworm, *Bombyx mori* L. I. Studies on the enrichment of mulberry leaf with various sugars, proteins, amino acids and vitamins for vigorous growth of the worm and increase cocoon crop protection. *Indian Journal of Sericulture*, Karnataka, v.11, p.11-27, 1972.

SEKI, H.; OSHIKANE, K. Studies on polyploid in mulberry trees (III) The evaluation of breed polyploid mulberry leaves and the result of feeding silkworms on them. *Research Reports of Faculty Textile and Sericulture*, Shinshu, v.91, p.6-15, 1959.

SINGH T.V.K.; REDDY, G.P.V. Feeding behaviour of castor semilooper, *Achoea janata* Linn. to sterols, ascorbic acid and castor leaves. *Indian Journal of Agricultural Sciences*, New Delhi, v.50, n.4, p.530-532, 1988.

SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 646p.